

Recycling of polyamide fibre waste - to give prods. useful in building, ship construction etc.

Patent Number: DE4014012
 Publication date: 1991-10-31
 Inventor(s): HOEPPNER HEINZ DIPL ING (DE)
 Applicant(s): HOEPPNER HEINZ DIPL ING (DE)
 Requested Patent: ☐ DE4014012
 Application Number: DE19904014012 19900427
 Priority Number (s): DE19904014012 19900427
 IPC Classification: C08J3/24; C08J5/00; C08J11/04; C08L23/08; C08L31/04; C08L61/00; C08L63/00; C08L67/00; C08L69/00; C08L77/00; C08L81/06; C08L83/04
 EC Classification: C08J11/06, C08J11/08, C08J11/10
 Equivalents:

Abstract

Prodn. of a composite construction material contg. variable amts. of polyamide fibre waste is effected by (i) dissolving the waste fibres in acid; (ii) adding fibres to thicken the soln. and/or neutralising the soln. with a base; (iii) hardening the compsn. by adding water as a catalyst, the water being obtd. from the neutralisation or from dilution of the acid or being added after forming the compsn.; (iv) using salts from the neutralisation and minerals to effect solidification and act as flame proofing agents; (v) modifying the compsn. with acid-resistant fibres, granulates, powders and pigments; and (vi) treating the compsn. in a plant having a mixing device, low pressure chamber and air-cleaning device.

Pref. (a) other acid-sol. polymers can be mixed in after the above processing, e.g. EVA, polycarbonates, polysulphones, epoxy resins and/or silicones; or (b) other polymers such as polycarbonates, polyethylene terephthalate, phenol-HCHO resins, aminoplasts, glass fibre-reinforced polyesters and/or silicones can be added after neutralisation with a base (i.e. after stage (ii)).

USE/ADVANTAGE - Waste polyamide fibres from carpet prodn. can be recycled using waste diluted acid to give prods. which combine the tensile, bending and impact strengths of the polymer with the UV and weathering resistance of the additives. The process can be effected in simple appts. and the prods. are useful in building components, ship constructions, table-tennis surfaces, etc.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 40 14 012 A 1

②1 Aktenzeichen: P 40 14 012.1
②2 Anmeldetag: 27. 4. 90
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 91

⑤1 Int. Cl.5:
C 08 J 11/04

C 08 L 77/00
C 08 J 3/24
C 08 J 5/00
C 08 L 23/08
C 08 L 31/04
C 08 L 63/00
C 08 L 69/00
C 08 L 81/06
C 08 L 83/04
C 08 L 67/00
C 08 L 61/00
// B63B 5/24, A47B
25/00

DE 40 14 012 A 1

⑦1 Anmelder:
Höppner, Heinz, Dipl.-Ing., 3452 Bodenwerder, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Verbundbaustoffen mit variablem Kunststoffanteil aus Polyamidfaserabfall

⑤7 Das Verfahren dient der Verwertung industriellen Polyamidfaser- und Dünnsäureabfalles durch Lösung der Fasern in der Säure und Neutralisierung der Lösung mittels basischer Zusätze. Es entstehen so sehr schnell, teils geblähte, teils ungeblähte Konglomerate, die sich leicht zu Bauteilen ausformen lassen. Kunststoffeigenschaften vereinen sich mit denen der Gesteinsbildner: Zug-, Biege-, Schlag-, Bruch-, Wasser-, Quell-, Abriebfestigkeit und Frostbeständigkeit des Kunststoffes zum Teil mit Druck-, UV-, Witterungsstabilität der Gesteinsbildner. Modifizierungen durch Glasfasern, Perlite, Farben sind u. a. möglich. Die Verarbeitung der aggressiven Chemikalien in der dargestellten Exclave mit Mischanlage und Abluftreinigung soll Arbeitern und der Umwelt Schutz bieten. Materialverwendung im Hoch- und Bootsbau möglich. Raumgewicht 0,2-1 kg/l. Produktion weitgehend regelbar.

DE 40 14 012 A 1

1 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein (Recycling-)Verfahren, das es erlaubt ohne teuren Kunststoffmaschinenpark aus Produktionsabfall Verbundbaustoffe herzustellen, und diese gleichzeitig, selbst in großen Teilen, schnell auszuformen. Verbunden werden Zug-, Biege- und Schlagfestigkeit des Kunststoffes mit der Druck-, UV-, Witterungsfestigkeit der Gesteinsbildner.

Das Material eignet sich, je nach Zusammensetzung, für verschiedene Hochbauzwecke, unter Umständen auch für den Bootsbau.

Bei der hiesigen Teppichbodenindustrie fallen monatlich ca. 9 t kurze Polyamid-Faserfusseln ab, für die eine Verwertung fehlt, die zu entsorgen sind. Kunststoff-Abfallbeseitigung wird zunehmend schwieriger: Verbrennungen auf See verboten, vorhandene Anlagen zu Lande langfristig ausgebucht, neue werden kaum genehmigt, Deponierungen problematisch, jetzt in Ostdeutschland gestoppt.

Obwohl das Material an sich thermoplastisch ist, wirdersetz es sich infolge von Wasseraufnahme einer erneuten Verschmelzung. Für das Bauwesen erleidet das Polyamid Entwertung durch die meist fehlende Schwerentflammbarkeit.

Das Verfahren erlaubt die Einarbeitung spezieller Flammenschutzmittel, ferner auch die Verwertung von Abfall-Dünnsäure.

Stand der Technik:

1. Der Faserabfall wurde vor einigen Jahren zur Herstellung von Putzträgerplatten verwendet. In welcher Form das Material genutzt, wie es verarbeitet wurde, ist nicht bekannt. Die Produktion wurde eingestellt.
2. Über die (Säure-)Löslichkeit von Kunststoff gibt Saechtling im Kunststoff-Taschenbuch, 23. Auflage, Hauser-Verlag S. 537 Auskunft. Es wird auf Spannungsrißgefahr, bei Säureeinwirkung auf Polyamid, hingewiesen.
3. Polyamid, gelöst in Ameisensäure, ist als Kleber für Polyamidteile bekannt.

Kritik am Stande der Technik:

1. Die Kunststoffindustrie schießt mit ihrer Produktivität und ihrer stürmischen Entwicklung neuer, noch besserer Kunststoff glatt an der Abfallverwertung vorbei.
2. Die Bauwirtschaft vermag nicht Daten der Industrie vorzugeben für Baustoffe und -techniken, die zur Erreichung einer Wirtschaftlichkeit von Bauwerken erforderlich wären. Sie findet sich damit ab, das auf den Markt kommende, also meist das Überkommende, zu verarbeiten. Bauen bedeutet, daß bei hohem Lohnaufwand viel zu feste, zu schwere, verkleidungsbedürftige Materialien mit unzureichender Wärmedämmung mit Dämmungen verkleidet werden müssen, die ihrerseits eine Bekleidung brauchen, deren Dämmwert dann durch Fugbildung und Durchfeuchtungen, meist unter Schimmelbildung, reduziert wird. Wesentlich sinnvoller wäre es, einen Baustoff in sich so abzustimmen, daß er sowohl die statischen, als auch die Belange der Dämmung, auch des Schalls, der Oberflächenstruktur wie auch rationeller Herstellung und Verarbeitung, nicht zuletzt auch des Brandschutzes, der Dampfdruckoffenheit, der Quell-, Schlag- und Bruchfestigkeit erfüllt.

Aufgabe:
Umweltfreundlich Polyamidfaserabfall und Dünnsäure zu verwerten durch kostengünstige Bauteilproduktion, die der Kritik weitgehend Rechnung trägt.

Lösung:

Die Aufgabe wird gemäß Patentanspruch 1 wie folgt gelöst:

1. Um einen kontinuierlichen Arbeitsfortgang und gleich bleibende Qualität zu erreichen, werden die benötigten Materialien dem Rezept entsprechend portioniert, alle festen Stoffe sollen völlig trocken sein.

Der Polyamidfaserabfall wird entweder mit der Säure oder den inaktiven Zusätzen vermengt, anschließend im ersteren Fall die Zusätze, sorgfältig gemischt, im letzteren die Säure dazu gegeben. Abhängig vom Säureanteil entsteht, gut durchgemischt, fließendes Mus, zäher Brei oder nach Salzzugabe und Abgabe von Säurewasser Knete. Diese Vorprodukte sind ohne Qualitätsverlust mindestens einen Tag haltbar.

Anschließend stehen 2 Verfahrensschritte zur Wahl:

- a) Einbringen des Vorproduktes in die Form, anschließend Neutralisierung, geeignet für dünnwandige, großflächige Bauteile. Dabei wird das Ausformen durch Bildung einer nicht klebenden Haut erleichtert, die entsteht, wenn man das Vorprodukt mit Werkzeug formt, das mit Säurewasser benetzt ist. (Vorteil gegenüber Polyester.)

- oder
b) Zugabe der Neutralisationsstoffe mit sofort anschließender, schneller Formung, geeignet vornehmlich für zu schäumende, dickere Bauteile. Dabei nimmt der aufsteigende Schaum von selbst die Konturen der Form an.

Schnelles, gründliches Eimischen der Neutralisatoren ist in beiden Fällen erforderlich. Die Reaktionszeit, im allgemeinen wenige Sekunden bis wenige Minuten, kann durch Reaktionshemmer etwas verlängert werden. Bei manchen Rezepten ist noch eine Entsäuerung des Formlings durch Ausnutzung osmotischen Druckes, durch Wässerung mit oder ohne basische Zusätze erforderlich. Die sich dabei bildenden Dünnsäuren lassen sich nach Mischung mit konzentrierter Säure wiederverwenden. Die Zeit bis zur Erreichung der Entformungshärte (ca. eine Minute bis mehrere Stunden) ist abhängig von der Geschwindigkeit mit der alle Polyamidmoleküle mit dem Katalysator Wasser in Verbindung treten können, am kürzesten in den Fällen, wo aus der Neutralisation selbst Wasser freigesetzt wird. Die leicht auszuführenden Arbeitsgänge lassen sich weitgehend automatisieren, Teilstücke mit gleichem Material biegefest verbinden.

60 Geeignete Säuren für das Verfahren

- 1) Schwefelsäure, techn. Qualität, verdünnt auf 1,2–1,3 kg/l.
Verarbeitungsvorteile: starke Säure, nicht flüchtig (Gefahr der Atemwegsverätzung geringer) günstiges Preis-Nutzen-Verhältnis, Abfall-Dünnsäure-Verwertbarkeit, gute Produktfestigkeit erreichbar. Zugabe bei steifer Lösungskonsistenz 1,2–1,5

bei plastischer Lösungskonsistenz 1,6—2,3
bei dünnflüssiger Lösungskonsistenz 2,3
1 je kg trockener Polyamidfasern
desgl., verdünnt auf 1,4—1,5 kg/l, für Arbeitsweisen
mit zweiter Neutralisatorzugabe nach erstem Re- 5
aktionsende.

desgl., konzentriert, zur Glasfaserbenetzung.

2) Salzsäure, techn. Qualität, 19—21 Bé
Verarbeitungsvorteile: starke Säure, löst Polyamid
noch in Verdünnung 2 Raumteile Säure : 1 Raum- 10
teil Wasser, günstiges Preis-Nutzen-Verhältnis,
Dünnsäure-Verwertbarkeit, gegenüber 1) größere
Zug- und Biegefestigkeit
Nachteil: Flüchtige Säure, Verarbeitung nur mit 15
Atemschutz oder in der Exclave

3) Phosphorsäure 75%ig,

nicht flüchtige, schwächere Säure.

Nachteile: Hoher Preis; das Material, das thermo-
plastische Eigenschaft erhält, ist nur in Verbindung
mit Kochsalz und weißem Zement zu stabilisieren. 20
4) Ameisensäure
Nachteile wie bei 2) und teuer.

Zusatzstoffe
inaktive (-re) 25

1) Mineralwolle

Durch ihre lange anhaltende Säurebeständigkeit
kann ihre Zugfestigkeit (viele Wenig ergeben ein 30
Viel) bzw. Mineralbildung zur Nachhärtung nutz-
bar gemacht werden. Sie liefert ein Gerüst für
Schäume, spaltet z. T. unter Säureeinfluß langsam
Wasser ab (Basaltwolle) und leitet den Katalysator
Wasser weiter. Zugabe etwa 5—40 Gew.-% des
Polyamidanteils. 35

2) Glasfasern (Glasseide)

zur Bewehrung; am einfachsten zu erreichen durch
Beimischung von 1,5—2,5 cm langen Stapelfasern.
Benetzung vor Verarbeitung mit konzentrierter 40
Schwefelsäure baut den die Fasern umgebenden
Wasserfilm ab und erhöht so die Haftung an Poly-
amidmus. Wesentliche Erhöhung der Zug- und
Schlagfestigkeit wies die Mitsubishi Gas Chemical
Inc., Tokio, so für thermische Polyamid-Verarbei- 45
tung (024 74 101 v. 2. 10. 74) schon bei 3 mm Faser-
länge nach. Das Einmischen ist einfacher als das
Laminieren mit Polyester. Die schneller und ko-
stengünstiger erreichbare Materialdicke ergibt
beim Bootsbau größere Trimmstabilität. Vorteil- 50
haft gegenüber Polyester ist auch die Geruchfrei-
heit des fertigen Materials. Sandwich-Konstrukti-
onen mit Laminaten sind herstellbar.
Zugabe etwa 5—30 Gew.-% des Polyamidanteils.

3) Plastikstreifen

aus sonst unverwertbarem Plastik-Haushaltsmüll 55
nudelförmig geschnitten und gereinigt.
Bei 2) und 3) sind zur leichteren Härtung wasser-
spendende Zusätze erforderlich.

4) Perlite

zur Erhöhung der Wärmedämmung und Witte- 60
rungsbeständigkeit, zur Minderung der Entflam-
mbarkeit und des Gewichtes.

Zusatz bis 25 Gew.-% des Polyamidanteils bei
Korn-Ø bis 1,5 mm, bei größerem auch mehr.

5) Sand, Kies, Bims, Blähton, -schiefer 65

für sehr druckfeste Bauteile

6) Flammschutzmittel

handelsübliche halogenhaltige und -freie, roter

Phosphor,

Bei porigem Material ohne Säurerest ist auch eine
nachträgliche Tränkung mit 1 : 1 wasserverdünntem
Wasserglas mit oder ohne Weißkalkzusatz
möglich (zusätzliche Härtung).

7) Eisenoxid (rot, gelb)

zum Färben, als Reaktionsverzögerer und Nach-
härter

8) Zinkoxid

für leichte, sehr feste Produkte. Zugabe nach Muß-
entwässerung mit Kochsalz. Verwendung setzt Er-
fahrung voraus. Spätere Spannungsmaßbildungen
möglich.

9) Kochsalz

in Schwefelsäure-Polyamid-Lösung zusätzlich
Salzsäure bildend (Chlorwasserstoffgas-Austritt!),
dadurch Reaktionsverzögerung. Säurewasserab-
scheider, Knetkonsistenz gebend, Verfestiger.
In Salz- oder Phosphorsäurelösung Spannungsriß-
gefahr mindernd, s. w. v., ohne Chlorwasserstoff-
gas-Austritt bei der Phosphorsäurelösung.

10) Weißbleim — erhöht die Festigkeit

11) Harnstoff — Wasserspender, ergibt leichtes,
elastisches Material. Gut mit Styroporgranulat zu
verarbeiten.

12) Pflanzenöl — erleichtert das Walzen des Mate-
rials, mindert Verzug dünner Formteile.

Neutralisatoren

Verwendung einzeln oder im Gemisch mit anderen.

1) Kohlensäurer Kalk, auch mit Magnesiumoxidan-
teilen Ø ca. 1 mm, durch Wasser- und Kohlendio-
xidabspaltung besonders geeignet für zu schäu-
mende Teile mit 0,2—0,5 kg/l Raumgewicht (trok-
ken). (Säure 1 u. 2)

2) Weißkalk

besonders geeignet für ungeschäumte, kleinporige
Teile

3) Graukalk (Mauerbinder)

bei Schwefelsäurelösung nach Aufschäumen gut
preßbar, bei Salzsäurelösung gute Festigkeiten oh-
ne Schaumbildung.

4) Weißer Portlandzement

in geringen Mengen zu verwenden. Sehr schnelle
Reaktion, guter Härter.

(Bei grauem Zement Verpuffungs- und Vergif-
tungsgefahr durch schlagartig freigesetzten Schwe-
felwasserstoff aus Schwefelsäurelösungen.)

5) Ätznatron

Granulat, Ø ca. 1 mm, bei Salzsäurelösungen be-
sonders angenehm zu verarbeiten, mindert Chlor-
wasserstoffaustritt, härtet unter Kochsalzlösung
bei Wasserabspaltung.

Reaktionsverzögerer,
auf die Neutralisatoren anzuwenden:

1) Trockene Kälte

2) Geringe Zerteilung, max. Ø 2 mm

3) Umhüllungen aus

a) handelsüblichem Kleister für schwere Tape-
ten, Ansatz 1 : 5, mit oder ohne Kunstharz-
zusatz. Der Kleister verteilt sich gut auch auf
pulverförmige Neutralisatoren, bildet dabei,
bei geringer Neigung zum Verklumpen, kaum
noch staubende, griesförmige Körnungen.
b) geschmolzenem Kokosfett, Paraffin, Stearin

- 5
- c) Bohnerwachs
verleihen dem Produkt gute Homogenität,
wirken wasserabweisend, erhöhen die Ent-
flammbarkeit.
 - d) verdünnte Lacke, erhöhen die Entflammbar- 5
keit, verklumpen leicht.
 - 4) Vorbehandlung mit (verdünnter, schwächerer)
Säure und anschließender Trocknung.

Durch Einsatz von Reaktionsverzögerern ist am ehe- 10
sten ein Neutralisationsüberschuß einmischbar, der we-
gen saurer Umwelteinflüsse günstig erscheint.

Mischungen aus Salz- und Schwefelsäure sind ver-
tretbar. Dort wo das Neutralisatorpotential zur Säureb- 15
indung nicht ausreicht, ist frühzeitiger Festigkeitsabbau
wahrscheinlich. Das Farbbild der Lösungen ändert sich
mit den chemischen Einflüssen, Farben verdecken aller-
ding sonst ersichtliche Veränderungen. Lilafärbung von
Schwefelsäurematerial läßt Restsäure vermuten. Das 20
nach der Neutralisation anfallende Material ohne Farb-
zusatz ist hier sonst weißgrau, stumpf. Salzsäuremateri-
al ohne Farbzusatz oder Material mit Salzzugabe bleibt
lila. Auf den Oberflächen der Materialien lassen sich
Anstriche verschiedener Art aufbauen, denn sie sind lö- 25
sungsmittelfest. Speziell bei Hochbauteilen sollte der
Farbauftrag nicht die Schwerentflammbarkeit mindern.

Zum Schutz gegen die zu verarbeitenden, aggressiven
Chemikalien ist die Verwendung eines weitgehend ab- 30
geschlossenen Produktionsraumes zweckmäßig, der das
Arbeiten von außen ermöglicht: eine Exclave mit vorge-
schalteter Mischanlage, schematisch dargestellt auf Sei-
te 11, 12 und 13. Auf den Patentanspruch 1.9 wird ver-
wiesen.

Erklärung der Bezeichnungen: 35

- 1 Polyamidfasersilo mit Fördereinrichtung nach 5
- 2 Mineralfasersilo mit Fördereinrichtung nach 5
- 3 Neutralisatorsilo mit Fördereinrichtung nach 6
- 4 Säurebehälter mit Schwimmerventil und Auslauf 40
nach 6
- 5 Fasermischer
- 6 Konglomeratmischer
- 7 durchsichtige Exclave mit
- 7.1 einklemmbaren, kondomartigen, der Körperform 45
angepaßten Arbeitsbuchten
- 7.2 filmartigen, weiterspülbaren Sichtfenstern
- 7.3 Arbeits- und
- 7.4 Signalleuchten
- 7.5 Werkzeug- und Hilfsmittelablage 50
- 7.6 Untertritt
- 7.7 Verstellschienen für Größenänderungen
- 7.8 flexiblen Formeneinschub
- Exclavenvolumen im Unterdruck 55
- 8 Luftwäscher
- 9 Formen auf Rollbahn.

Gewerbliche Anwendbarkeit

- a) im behördlich stark reglementierten Hochbau 60
z. Zt. begrenzt: Herstellung von Fassadenelemen-
ten als Vollwärmeschutzträger, max. 0,4 qm groß,
5 kg schwer; Fenster u. -bänke, Türen, Tore, sofern
nicht fh- oder fb-Ausführung erforderlich ist, Zarg- 65
en, wasserfeste Einbauschränke, leichte Trenn-
wände, Raumteiler, Balkonverkleidungen, fäulniß-
chere Gartenhäuschen.
- Vor der Herstellung tragender Bauteile sind Prüf-

und Zulassungsverfahren zu bestehen, und Vorur-
teile hinsichtlich des Schallschutzes, insbesondere
der Luftschalldämpfung, auszuräumen. Hier haben
die Hebel-Gasbetonwerke, Holding GmbH, 8080
Fürstenfeldbruck, mit ihrer Mitteilung vom März
'90: "Die neue Schallschutz-Norm und ihre Conse-
quenzen für Planung und Bauausführung", gestützt
auf zahlreiche amtliche Messungen, bereits einen
breiten Angriff eingeleitet.

Rationell produzierbare, ingenieurmäßige Kon-
struktionen, die sich an den Stahlbetonblau anleh-
nen durch Faser- oder metallbewehrte Zugspan-
nungs- und besonders feste Druckzonen, die jedoch
nur noch $1/8$ bis $1/10$ des Stahlbetongewichtes haben
und dennoch alle bauphysikalischen und wohntechni-
schen Anforderungen bei minimaler Dimensio-
nierung integrieren, erscheinen möglich, eventuell
auch der erschweringliche Einsatz spezieller Polya-
mide.

- b) im Bootsbau, mindestens in Teilbereichen
- c) wasserfeste Tischtennisplatten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Verbundbaustof-
fen mit variablem Kunststoffanteil aus Polyamidfa-
serabfall, dadurch gekennzeichnet, daß
 - 1.1 die Fasern in Säure gelöst, und die Lösung
 - 1.2 durch Zugabe ungelöster Fasern verdickt und/ 5
oder
 - 1.3 durch basische Zusätze neutralisiert,
 - 1.4 ein Katalysator, hier Wasser,
 - 1.5 gewonnen aus der Neutralisation, oder aus der
Säureverdünnung, oder durch Zugabe nach dem
Formen, zur Kunststoffhärtung dient,
 - 1.6 Salze, die bei der Neutralisation entstehen, als
Mineral in einem Konglomerat zur Verfestigung
und als Entflammungsschutz herangezogen wer-
den,
 - 1.7 nicht reaktive Stoffe, z. B. säurefeste Fasern,
Granulate, Pulver und Farben zur Modifizierung
beigemengt werden können,
 - 1.8 Reaktionshemmer und
 - 1.9 eine Produktions-Exclave mit Mischeinrichtun-
gen, Unterdruckkammer und Luftreinigung, der
beigefügten Darstellung entsprechend, verwendet
werden.
2. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet,
 - 2.1 daß andere säurelösliche Kunststoffe, z. B.
Ethylen-Vinylacetat, Polycarbonat, Polysulfon, Ep-
oxidharze, Silicone, auch unter Druck und/oder er-
höhter Temperatur, einzeln oder im Mischung nach
dem Verfahren verarbeitet werden.
3. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß
das Lösen des Kunststoffes durch Basen erfolgt, die
Härtung hingegen durch Säuren (Umkehrung von
1. bzw. 2.1), z. B. bei Polycarbonat, Polyethylenter-
ephtalate, Phenolformaldehydharze, Aminoplaste,
GF-Polyester, Silicone, verarbeitet ansonsten nach
2.1
4. Verfahren nach 1., dadurch gekennzeichnet, daß
zur Verbesserung der Haftung zwischen der Polya-
midlösung und Glasfasern, letztere vor dem Einmi-
schen mit konzentrierter Schwefelsäure benetzt
werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

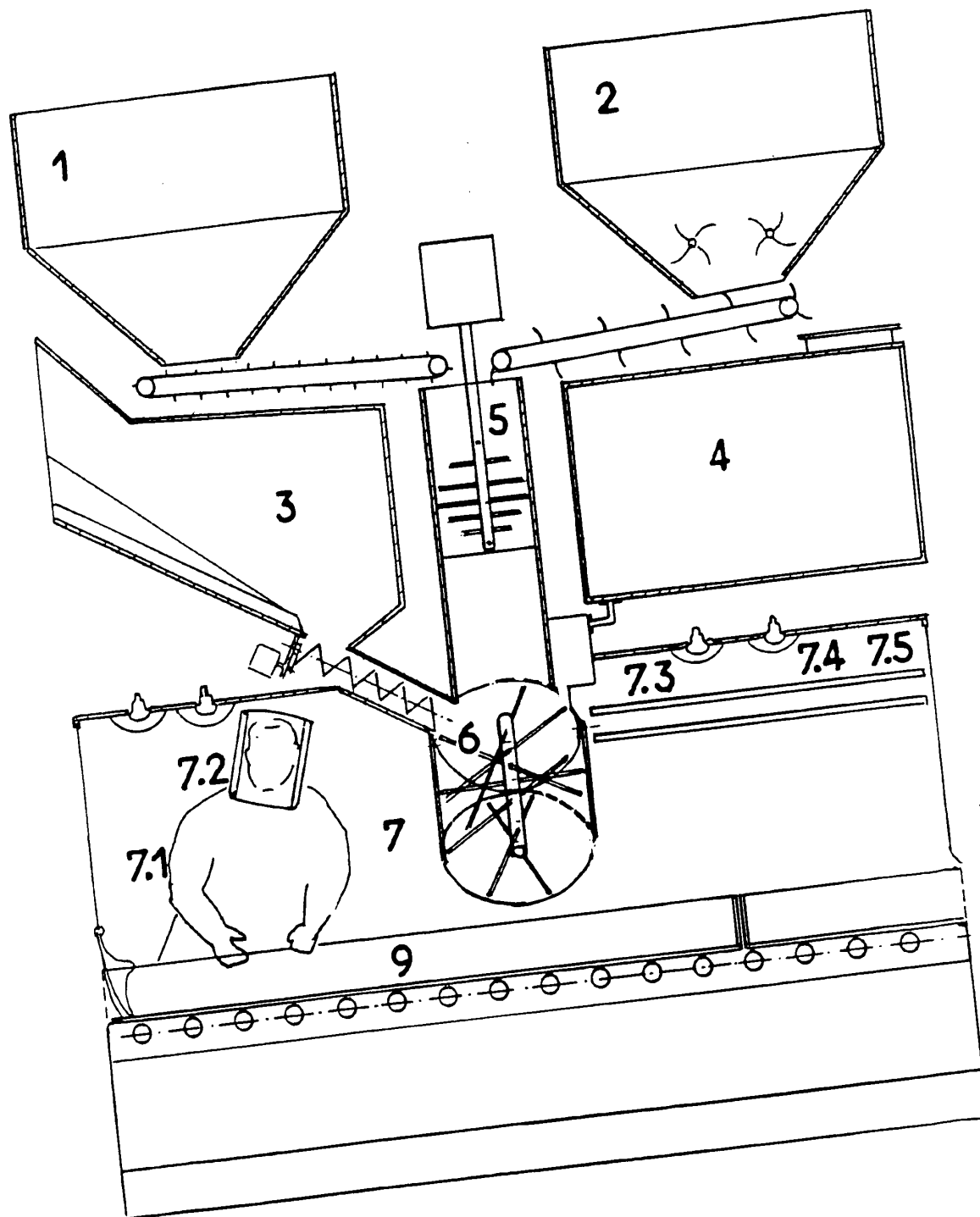


FIG. 1. LÄNGSSCHNITT

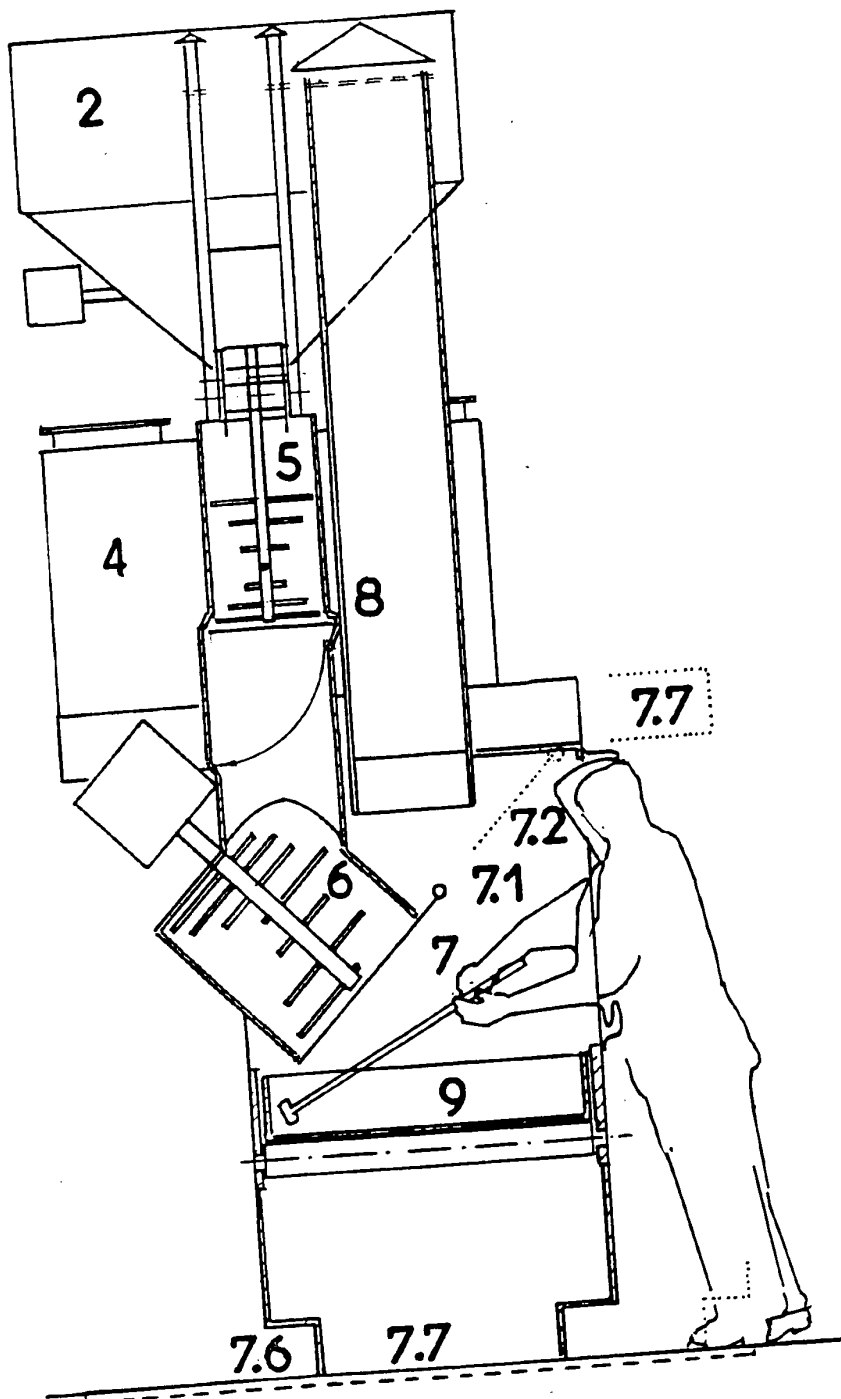


FIG. 2. QUERSCHNITT

FIG. 3. AUF S I C H T

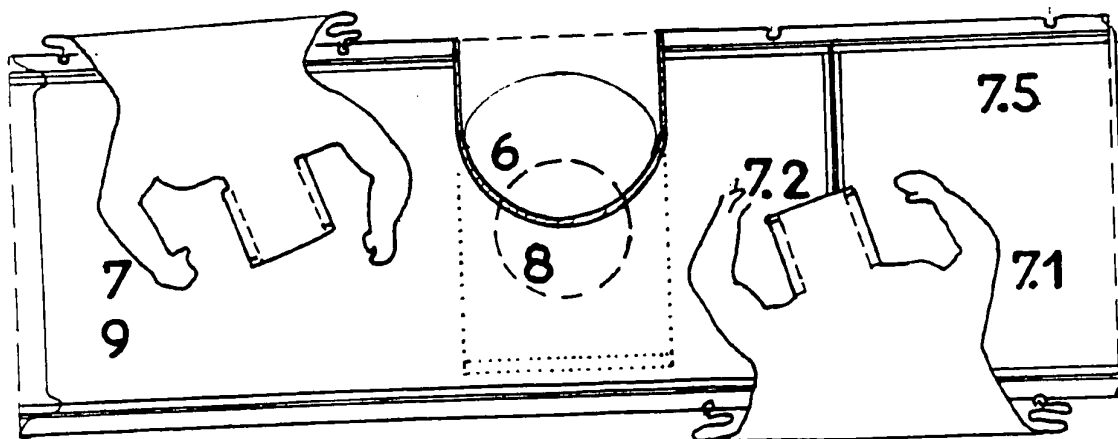
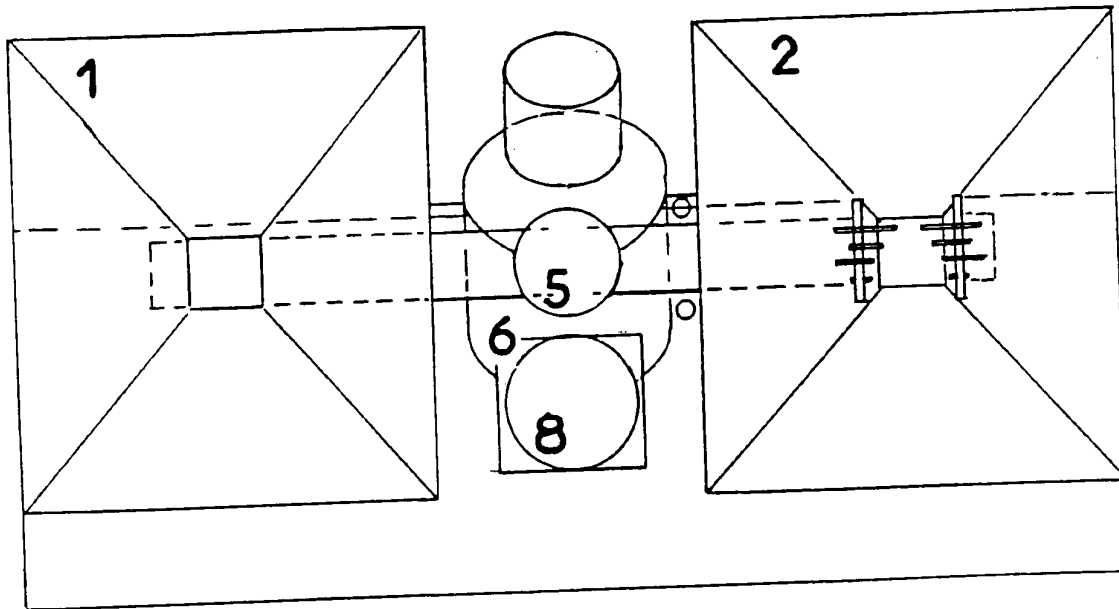


FIG. 4. G R U N D R I S S